

**ANALISIS PENGARUH VARIASI PERLAKUAN AGING PADA
MATERIAL Al-Si-Cu TERHADAP MIKROSTRUKTUR, KEKERASAN,
DAN KETAHANAN IMPAK UNTUK APLIKASI *BOGIE WHEEL***

SKRIPSI

*Laporan Ini Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Strata-1 Jurusan Teknik
Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung*

Oleh:

Idan Ramadhan

153030074



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2019

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH VARIASI PERLAKUAN AGING PADA MATERIAL Al-Si-Cu TERHADAP MIKROSTRUKTUR, KEKERASAN, DAN KETAHANAN IMPAK UNTUK APLIKASI *BOGIE WHEEL*



Nama : Idan Ramadhan

NPM : 153030074

Pembimbing I

(Dr. Ir. H. Dedi Lazuardi, DEA.)

Pembimbing II

(Moch. Iqbal Zaelana Muttahar, ST.)

ABSTRAK

Indonesia saat ini mempunyai 500 tank AMX 13 yang mana untuk satu tank baja terdapat 24 roda. Kondisi saat ini tank dan roda sudah perlu retrovit sehingga membutuhkan *part* pengganti, untuk memenuhi kebutuhan dari roda tank yang rusak maka Indonesia harus membeli roda tank baja dari negara Thailand. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia saat ini melakukan *reverse engineering* untuk membuat roda tank AMX melalui proses pengecoran. Salah satu kendala yang terjadi adalah hasil produk cor yang memiliki kekerasan yang rendah sehingga produk roda tank baja hasil pengecoran harus melalui proses *heat treatment* sebelum diaplikasikan di lapangan. Dalam penelitian ini, perlakuan panas yang dilakukan meliputi *solid solution treatment* dan *artificial aging*. Perlakuan panas terhadap spesimen uji menggunakan temperatur *solid solution treatment* 540 °C dengan waktu tahan selama 5 jam, media *quenching* berupa air, yang selanjutnya dilakukan 3 variasi *aging* yang meliputi *single stage aging* dilakukan dengan temperatur 155 °C dan waktu tahan 5 jam, *artificial aging with pre-aged* dengan temperatur *pre-aged* 100 °C dan waktu tahan 1 jam selanjutnya *aging* dengan temperatur 155 °C dan waktu tahan 3 jam, dan yang terakhir yaitu *double stage aging* pada tahap pertama temperatur 155 °C dan waktu tahan 2 jam kemudian untuk tahap kedua temperatur 190 °C dan waktu tahan 2,5 jam. Hasil penelitian yang dilakukan, menunjukkan morfologi pada fasa Mg_2Si setiap spesimen yang telah dilakukan variasi *aging*, mempunyai morfologi yang berbeda dari mulai memanjang, membulat dan menjarum, morfologi presipitat dapat mempengaruhi sifat mekanik paduan. Diperoleh sifat mekanik dengan nilai kekerasan yang tertinggi terdapat pada proses *double aging* yaitu sebesar 161,27 BHN, sedangkan untuk nilai ketahanan impak yang tertinggi pada proses *single aging* yaitu sebesar 2,55 J.

Kata Kunci: Paduan aluminium, *solid solution treatment*, variasi *aging*, kekerasan, dan uji impak.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Aluminium dan Paduannya.....	5
2.1.1 Paduan Al-Si.....	8
2.1.2 Paduan Al-Cu	9
2.1.3 Paduan Al-Mg	9
2.1.4 Paduan Al-Si-Mg.....	10
2.1.5 Paduan Al-Si-Cu.....	11
2.2 <i>Heat Treatment</i>	12
2.2.1 <i>Solid Solution Treatment</i>	13
2.2.2 Pendinginan Cepat (<i>Quencing</i>).....	14
2.2.3 Penuaan (<i>Aging</i>)	15
2.3 Uji Komposisi Kimia <i>Optical Emission Spectrometer</i>	17
2.4 Pengujian Kekerasan.....	17

2.4.1	Metode Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	18
2.5	Pengujian Metalografi.....	19
2.5.1	Metalografi Mikro	19
2.6	Pengujian Impak	21
2.6.1	Metode <i>Charpy</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Diagram Alir Rencana Proses Penelitian	23
5.2	Prosedur Percobaan.....	26
5.2.1	Prosedur Proses <i>Heat Treatment</i>	26
5.2.2	Prosedur Uji Komposisi	28
5.2.3	Prosedur Uji Metalografi	29
5.2.4	Prosedur Uji Kekerasan	30
5.2.5	Prosedur Pengujian Impak	31
BAB IV DATA DAN ANALISIS		33
4.1	DATA HASIL PENELITIAN	33
4.1.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia	33
4.1.2	Hasil Pengujian Metalografi.....	34
4.1.3	Hasil Pegujian Kekerasan	36
4.1.4	Hasil Pengujian Impak	37
4.2	Analisis	38
4.2.1	Analisis Pengujian Metalografi Pada Paduan Aluminium	38
4.2.2	Analisis Pengujian Kekerasan Pada Paduan Aluminium	42
4.2.3	Analisis Pengujian Impak Pada Paduan Aluminium	43
4.2.4	Analisis Keseluruhan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47

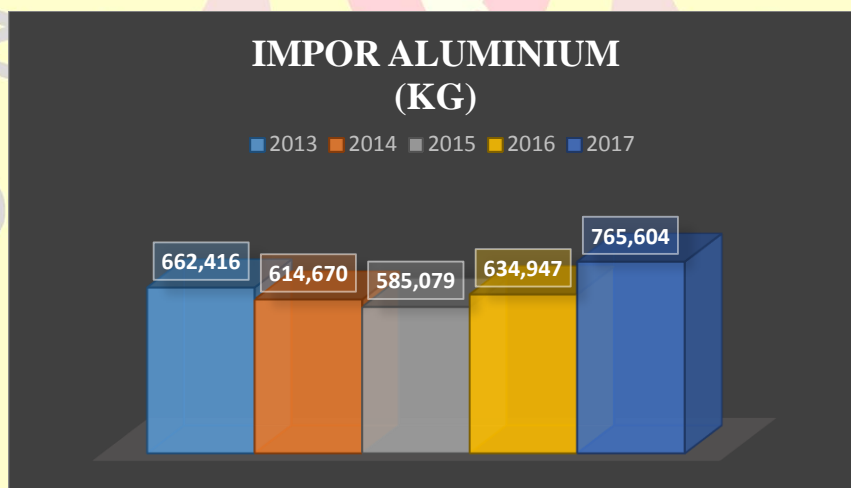


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut Kementerian Perindustrian pada tahun 2017 [1], total kebutuhan aluminium untuk industri domestik mencapai 600-900 ribu ton per tahun. Dengan hal ini, aluminium memiliki tingkat konsumsi yang tinggi di Indonesia. Salah satu hal yang menyebabkan tingkat konsumsi aluminium tinggi adalah sifat-sifat fisik yang dimiliki oleh paduan aluminium sehingga berdampak pada luasnya penggunaan dalam berbagai macam produk, banyak di antaranya sangat diperlukan dalam kehidupan modern. Akan tetapi, dengan konsumsi yang tinggi pada setiap tahunnya produsen lokal tidak cukup memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Oleh karena itu, sampai pada tahun 2017 Indonesia masih melakukan impor dari beberapa negara dengan jumlah tertentu untuk memenuhi kebutuhan akan konsumsi aluminium, hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik impor aluminium

Aluminium adalah salah satu logam yang memiliki beberapa keunggulan dan juga banyak digunakan di segala bidang. Ada beberapa keunggulan yang dimiliki oleh Aluminium diantaranya adalah memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, penghantar panas dan arus listrik yang baik dan mudah dibentuk dengan proses permesinan. Aluminium murni juga memiliki sifat cor yang baik dan sifat mekanis yang tidak terlalu mendukung dalam pengaplikasiannya. Oleh karena itu, digunakan paduan aluminium karena sifat-sifat mekanisnya dapat diperbaiki dengan menambahkan tembaga, silikon, siliun, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya [2].

Aluminium pada saat ini terus berkembang sebagai bahan utama dalam pembuatan alat transportasi seperti: kapal induk, kereta api, kapal, perahu, bus, dan kendaraan bermotor lainnya menggunakan aluminium karena kekuatan dan bobotnya. Kerangka, eksterior, kabel, dan sistem listrik di pesawat menggunakan aluminium. Ketahanan terhadap korosi dan kemampuan untuk membentuk paduan dengan logam lain membuatnya sangat efisien untuk digunakan dalam industri transportasi dan otomotif. Paduan aluminium ini juga digunakan pada alat transportasi pertahanan yaitu digunakan pada produk *bogie wheel* tank AMX 13, tank ini dibuat di negara Perancis yang diproduksi tahun 1953 sampai tahun 1985.

Indonesia saat ini mempunyai 500 tank AMX 13 yang mana untuk satu tank baja terdapat 24 roda. Kondisi saat ini tank dan roda sudah perlu retrovit sehingga membutuhkan *part* pengganti, untuk memenuhi kebutuhan dari roda tank yang rusak maka Indonesia harus membeli roda tank baja dari negara Thailand. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia saat ini melakukan *reverse engineering* untuk membuat roda tank AMX melalui proses pengecoran. Salah satu kendala yang terjadi adalah hasil produk cor yang memiliki kekerasan yang rendah sehingga produk roda tank baja hasil pengecoran harus melalui proses *heat treatment* sebelum diaplikasikan di lapangan. Dalam penelitian ini, perlakuan panas yang dilakukan meliputi *solid solution treatment* dan *artificial aging* pada paduan aluminium Si dan Cu, bertujuan untuk merubah sifat pada paduan dan juga dapat meningkatkan kekerasan pada paduan tersebut

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Seberapa besar pengaruh *heat treatment* terhadap harga kekerasan material?
2. Bagaimana pengaruh berbagai jenis *heat treatment* terhadap perubahan struktur mikro?
3. Seberapa besar pengaruh *heat treatment* terhadap ketahanan impak?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis perubahan mikrostruktur paduan aluminium akibat adanya variasi perlakuan *aging*,
2. Menganalisis pengaruh *heat treatment* berupa variasi *aging* terhadap kekerasan paduan Al-Si-Cu, dan
3. Menganalisis pengaruh *heat treatment* berupa variasi *aging* terhadap ketahanan impak paduan Al-Si-Cu.

1.4 Batasan Masalah

Pada penulisan laporan skripsi, penulis membatasi masalah pengaruh *heat treatment* dan *aging* terhadap paduan aluminium untuk produk *bogie wheel* yaitu sebagai berikut:

1. Material berupa paduan Al-Si-Cu,
2. *Heat treatment* mencakup proses *solid solution treatment* dan *artificial aging*,
3. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kekerasan, uji impak dan uji metalografi,
4. Kekerasan yang diinginkan mencapai 88 BHN dan
5. Ketahanan impak yang diinginkan mencapai 2,144 J.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini disusun berdasarkan beberapa bab. Pada setiap babnya tersusun secara sistematis dan bertahap, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori tentang aluminium, proses *heat treatment*, dan proses pengujiannya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metodologi dan langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini.

BAB IV DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi tentang data-data yang didapat dalam melakukan penelitian, dan analisis dari data-data tersebut sesuai dengan jenis pengujiannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil data dan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan, dan saran yang dapat dijadikan inspirasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam pembuatan skripsi.

LAMPIRAN

Memuat data-data yang mendukung penulisan skripsi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] KEMENPERIN;, “Kementrian Perindustrian Republik Indonesia,” 23 Februari 2018. [Online]. Available: <https://www.kemenperin.go.id/artikel/18851/Kemenperin-Kejar-Produksi-Aluminium-Nasional-2-Juta-Ton-Tahun-2025>. [Diakses 11 Juni 2019].
- [2] Surdia, Tata. Saito. Shinrokku;, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: Pradnya Paramita, 2005.
- [3] S, Surdia. S, Saito;, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: Pradnya Paramitha, 1992.
- [4] Raharjo. Purwo, Wahyu;, "Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro," *Mekanika*, vol. 7, pp. 29-30, 2008.
- [5] Suherman. Mizhar, susri. Winoto, Agung;, “Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor,” *Mekanik*, vol. 3, p. 10, 2016.
- [6] M, Furqon;, “Pengaruh Waktu Solution Treatment Pada Penguatan Presifitasi,” *Metal Indonesia*, vol. 35, p. 35, 2013.
- [7] Schonmetz. H, Reiter;, Pengerjaan Logam dengan Mesin, Bandung: Angkasa, 1990.
- [8] M, Tash. H, Samuel. F, Mucciardi. H, Doty W, “Effect of Metallurgical Parameters On The Hardness And Microstructural Characterization Of As-Cast And Heat-Treated 356 And 319 Aluminum Alloys,” *Materials Science and Engineering*, 2006.
- [9] Abdillah, Fuad;, “Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas,” Universitas Dipenogoro, Indonesia, 2010.
- [10] A, Kusuma T;, “Studi metalografi hasil pengelasan titik (spot welding) pada pengelasan di lingkungan udara dan dilingkungan gas argon. welding,” 2012.
- [11] S, Muttaqin F;, “Pengaruh Penambahan Unsur Nikel Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Baja Chromoly Hasil Fan Normalizing untuk Aplikasi Induced Draft Fan pada Boiler. Metallurgy,” 2018.
- [12] Murtiono. Arief;, “Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap,” *e-Dinamis*, vol. 2, p. 61, 2012.
- [13] Revankar. Gopai;, “Introduction to Hardness Testing,” dalam *Mechanical Testing and Evaluation*, ASM Handbook Committee., 1998, pp. 416-613.

- [14] Wahyuni, Ika. Rojul, Ahmad Barkati. Nasocha, Erlin. Rosyi, Nindia Fauzia. Khusnia, Nurul. Ningsih, Oktaviana Retna;, "Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell," pp. 2-4.
- [15] V, Vlack;, Ilmu dan Teknologi Bahan, terj. Sriati Djaprie, Cetakan keempat, Jakarta: PT. Erlangga, 1994.
- [16] Inc, Mc Graw Hill;, Introduction to Physical Metalurgi, Sydney: H.A, 1974.
- [17] ST. MT. Dyah Sawritri;, "Perancangan Mekanik Mesin Poles," pp. 2-4.
- [18] ME. M. met, Ir. Sriati. Djaprie;, Ilmu dan Teknologi Bahan, Jakarta: PT. Erlangga, 1992.
- [19] Saito. MS, Surdia T. Shinroku;, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: PT. PradnyaParamita, 1985.
- [20] Darmawan, Ali;, "Pembentukan Fasa Intermetalik α -Al₈Fe₂Si dan β -Al₅FeSi pada Paduan Al-7wt%Si dengan Penambahan Unsur Besi dan Stronsium," *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.
- [21] Hendra. Kurniawan. Febrian;, "Pengaruh Penambahan 0,067, 0,081 dan 0,115 wt % Ti Terhadap karakteristik paduan AC4B Hasil Low Pressure Die Casting," *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.
- [22] Syakur, Abdul ;, "Pengaruh Unsur Besi dan Stronsium terhadap pembentukan fasa intermetalik α -Al₈Fe₂Si dan β -Al₅FeSi pada Paduan Aluminium Silikon Eutektik," *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.
- [23] A, widyatmoko. T, Iswanto P;, "Pengaruh Variasi Suhu Artificial Aging 150, 175 dan 200 °C Pada Siklus Perlakuan Panas T6 Velg Paduan Aluminium Sekrap Hasil Pengecoran Sentrifugal Terhadap Quality Index, Kekuatan Impak Dan Perubahan Morfologi Struktur Mikro," *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, pp. 1802-1803, 2012.
- [24] O, Englera. C, Marioara D. Y, Aruga. M, Kozuka. O, Myhr R;, "Effect of Natural Ageing Or Pre-Ageing On The Evolution Of Precipitate," *Materials Science & Engineering A*, pp. 7-10, 2019.
- [25] Fadhilah, Asfari Azka. Alhamidi, ST. MT. Dr. Eng. A. Ali. Fitrullah, ST. MT. Muhammad;, "Studi Pengaruh Temperatur Dan Waktu Aging Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Komposit Al/Al₂O₃ Hasil Proses Canai Dingin," p. 4.
- [26] Gunawan, Sigit;, "Efek Perlakuan Panas Aging Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Impak Paduan Aluminium AA 514.0," vol. 16, p. 46, 2016.

- [27] Damisih, "Pengaruh Penambahan Modifier Stronsium Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Paduan Aluminium AC8A Hipereutektik," *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, p. 21, 2008.

